慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	地球型惑星における大気海洋シミュレーションとデータ同化
Sub Title	Atmosphere-ocean simulation and data assimilation on terrestrial planets
Author	杉本, 憲彦(Sugimoto, Norihiko)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2024
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2023.)
JaLC DOI	
Abstract	金星を含めた地球型惑星の大気や海洋の循環の様相は、それぞれのパラメータレジームで大きく異なる。自転が遅い金星では、雲層の上空にスーパーローテーションが卓越する一方で、地球の大気や海洋では、ジェット気流や黒潮などの局在した流れが卓越する。本研究では、この地球型惑星の流れの力学的な理解とその制御可能性を目標にする。 地球大気の観測は充実しており、データ同化によって信頼性の高い天気予報が提供される一方、地球海洋や金星の観測は限定的であり、データ同化を駆使した研究は未だ発展途上である。本研究では金星探査機「あかつき」や海洋の船舶による観測の利用を目標に、そのデータ同化手法の推進も目標とする。 今年度はこれまで開発してきた、金星大気大循環モデル(AFES-Venus)と地球大気領域モデルの改良に加えて、東京湾の海洋領域モデルの開発を行った。また、世界初の金星大気データ同化システム(ALEDAS- V)の開発経験を活かした、地球大気海洋の領域モデルにデータ同化技術の結合を試みた。 まず金星大気では、あかつき解析データ中に再現されたコールドカラーの成因を調査し、熱潮汐波による子午面循環の駆動が、極渦の昇温をもたらしていることを明らかにした。また小型の衛星間電波掩蔽によるコールドカラーの再現に関する観測システムシミュレーション実験により、3機の衛星があればコールドカラーが再現可能なことを示した。さらに短周期の惑星規模ロスビー波の再現を目標にした観測システムシミュレーション実験を行い、紫外線カメラ画像観測によって再現可能な観測条件を求めた。地球大気では、日本上空の晴天乱気流の統計的な調査を進めた。また地球海洋では、東京湾の海流の再現実験に向けたテスト計算を実施した。 これらの成果は英文誌への査読論文3報他として掲載されたほか、国内外での多数の講演で公表した。また現在も複数の論文を投稿、改訂中である。 The circulation of the atmospheres and oceans of terrestrial planets, including Venus, differs greatly depending on each parameter regime. On Venus, which rotates slowly, superrotation is prevalent above the cloud layer, while localized currents such as the jet stream and the Kuroshio Current are prevalent in the Earth's atmosphere and oceans. The goal of this research is to understand the dynamics of this terrestrial planet's flow and its controllability. While observations of the Earth's atmosphere are extensive and data assimilation provides highly reliable weather forecasts, observations of the Earth's oceans and Venus are limited, and research using data assimilation is still insufficient. This research aims to utilize observations by the Venus climate orbiter “Akatsuki” and ocean vessels, and also develop the data assimilation methods. This year, in addition to improving the atmospheric general circulation model for Venus (AFES-Venus) and the Earth's atmospheric regional model, which we have developed so far, we also developed an ocean regional model for Tokyo Bay. We also attempted to combine data assimilation method with a regional model of the Earth's atmosphere and ocean, making use of our experience in developing the first Venus data assimilation system (ALEDAS-V). First, in the Venusian atmosphere, we investigated the cause of the cold collar reproduced in the Akatsuki analysis data, and revealed that meridional circulation enhanced by thermal tides causes the heating of the polar vortex. In addition, an observation system simulation experiment to reproduce cold collar using cross link radio occultation by small cube satellites showed that cold collar can be reproduced with just three satellites. Furthermore, we conducted an observation system simulation experiment with the goal of reproducing short-period planetary-scale Rossby waves, and found observation conditions that could be reproduced using ultraviolet camera image observation. Regarding the Earth's atmosphere, we conducted a statistical investigation of clear-air turbulence over Japan. In addition, in the Earth’s Ocean, we conducted test calculations for an experiment to reproduce ocean currents in Tokyo Bay. These results were published in three peer-reviewed papers in English journals, and were presented in numerous domestic and international research conferences. We are also currently submitting and preparing multiple papers.
Notes	
Genre	Research Paper

URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2023000013-20230028

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

2024年4月2日

2023年度　学事振興資金（共同研究）研究成果実績報告書

研究代表者	所属	法学部	職名	教授	補助額	800千円
	氏名	杉本 憲彦	氏名（英語）	Norihiko SUGIMOTO		

研究課題（日本語）

地球型惑星における大気海洋シミュレーションとデータ同化

研究課題（英訳）

Atmosphere-ocean simulation and data assimilation on terrestrial planets

研究組織

氏　　名 Name	所属・学科・職名 Affiliation, department, and position
杉本憲彦 （Norihiko SUGIMOTO）	法学部・教授
森本睦子 （Mutsuko Morimoto）	法学部・助教
藤澤由貴子 （Yukiko Fujisawa）	自然セ・研究員
小守信正 （Nobumasa Komori）	自然セ・研究員
宮本佳明 （Yoshiaki Miyamoto）	環境情報学部・准教授

１．研究成果実績の概要

金星を含めた地球型惑星の大気や海洋の循環の様相は、それぞれのパラメータレジームで大きく異なる。自転が遅い金星では、雲層の上空にスーパーローテーションが卓越する一方で、地球の大気や海洋では、ジェット気流や黒潮などの局在した流れが卓越する。本研究では、この地球型惑星の流れの力学的な理解とその制御可能性を目標にする。
地球大気の観測は充実しており、データ同化によって信頼性の高い天気予報が提供される一方、地球海洋や金星の観測は限定的であり、データ同化を駆使した研究は未だ発展途上である。本研究では金星探査機「あかつき」や海洋の船舶による観測の利用を目標に、そのデータ同化手法の推進も目標とする。
今年度はこれまで開発してきた、金星大気大循環モデル(AFES-Venus)と地球大気領域モデルの改良に加えて、東京湾の海洋領域モデルの開発を行った。また、世界初の金星大気データ同化システム(ALEDAS-V)の開発経験を活かした、地球大気海洋の領域モデルにデータ同化技術の結合を試みた。
まず金星大気では、あかつき解析データ中に再現されたコールドカラーの成因を調査し、熱潮汐波による子午面循環の駆動が、極渦の昇温をもたらしていることを明らかにした。また小型の衛星間電波掩蔽によるコールドカラーの再現に関する観測システムシミュレーション実験により、3機の衛星があればコールドカラーが再現可能なことを示した。さらに短周期の惑星規模ロスビー波の再現を目標にした観測システムシミュレーション実験を行い、紫外線カメラ画像観測によって再現可能な観測条件を求めた。地球大気では、日本上空の晴天乱気流の統計的な調査を進めた。また地球海洋では、東京湾の海流の再現実験に向けたテスト計算を実施した。
これらの成果は英文誌への査読論文3報他として掲載されたほか、国内外での多数の講演で公表した。また現在も複数の論文を投稿、改訂中である。

２．研究成果実績の概要（英訳）

The circulation of the atmospheres and oceans of terrestrial planets, including Venus, differs greatly depending on each parameter regime. On Venus, which rotates slowly, superrotation is prevalent above the cloud layer, while localized currents such as the jet stream and the Kuroshio Current are prevalent in the Earth's atmosphere and oceans. The goal of this research is to understand the dynamics of this terrestrial planet's flow and its controllability.
While observations of the Earth's atmosphere are extensive and data assimilation provides highly reliable weather forecasts, observations of the Earth's oceans and Venus are limited, and research using data assimilation is still insufficient. This research aims to utilize observations by the Venus climate orbiter “Akatsuki” and ocean vessels, and also develop the data assimilation methods.
This year, in addition to improving the atmospheric general circulation model for Venus (AFES-Venus) and the Earth's atmospheric regional model, which we have developed so far, we also developed an ocean regional model for Tokyo Bay. We also attempted to combine data assimilation method with a regional model of the Earth's atmosphere and ocean, making use of our experience in developing the first Venus data assimilation system (ALEDAS-V).
First, in the Venusian atmosphere, we investigated the cause of the cold collar reproduced in the Akatsuki analysis data, and revealed that meridional circulation enhanced by thermal tides causes the heating of the polar vortex. In addition, an observation system simulation experiment to reproduce cold collar using cross link radio occultation by small cube satellites showed that cold collar can be reproduced with just three satellites. Furthermore, we conducted an observation system simulation experiment with the goal of reproducing short-period planetary-scale Rossby waves, and found observation conditions that could be reproduced using ultraviolet camera image observation. Regarding the Earth's atmosphere, we conducted a statistical investigation of clear-air turbulence over Japan. In addition, in the Earth’s Ocean, we conducted test calculations for an experiment to reproduce ocean currents in Tokyo Bay.
These results were published in three peer-reviewed papers in English journals, and were presented in

numerous domestic and international research conferences. We are also currently submitting and preparing multiple papers.

３．本研究課題に関する発表

発表者氏名 （著者・講演者）	発表課題名 （著書名・演題）	発表学術誌名 （著書発行所・講演学会）	学術誌発行年月 （著書発行年月・講演年月）
H. Ando, Y. Fujisawa, N. Sugimoto, 他2名	Cold collar reproduced by a Venus GCM with Akatsuki horizontal wind assimilation	Journal of Geophysical Research: Planets	2023年4月
Y. Miyamoto, 他2名	Statistical Analysis of Aviation Turbulence in the Middle–Upper Troposphere over Japan	Journal of Applied Meteorology and Climatology	2023年5月
Y. Fujisawa, N. Sugimoto, 他6名	Evaluation of new radio occultation observations among small satellites at Venus by data assimilation	Icarus	2023年12月